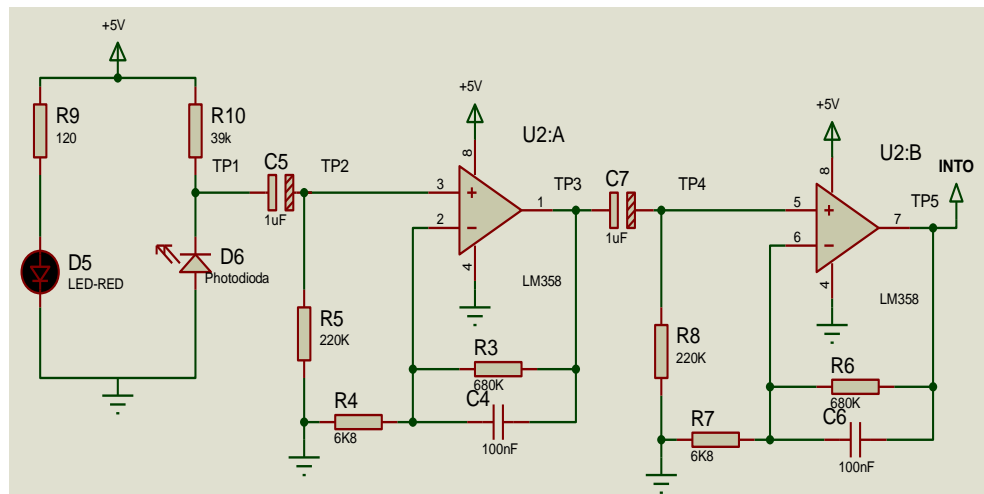


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Skematik rangkaian pengkondisi sinyal untuk BPM dapat dilihat pada Gambar 4.1. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *digital oscilloscope* dengan pengukuran dilakukan pada beberapa titik yaitu, TP1 pada *output finger sensor*, TP2 pada *output high pass filter 1* (setelah kapasitor 1), TP3 pada *output penguat 1 non inverting* dan *low pass filter*, TP4 pada *output output high pass filter 2* (setelah kapasitor 2) dan TP5 pada *output penguat 2 non inverting* dan *low pass filter*.

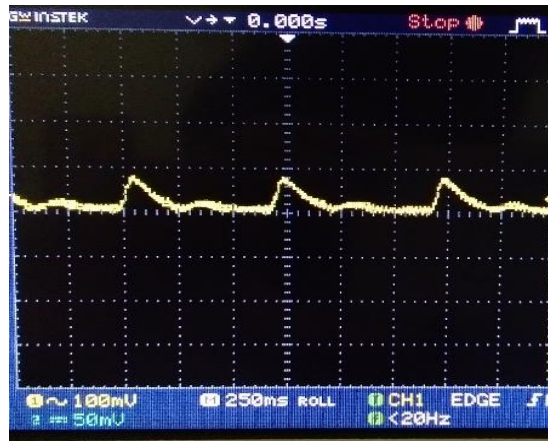


Gambar 4.1 Titik pengujian HPF, Penguat *Non Inverting* dan LPF.

Kemudian didapatkan hasil pengujian berupa sinyal menggunakan *digital oscilloscope* mulai dari titik *input* dari sensor hingga keluaran penguat *non inverting* dengan data sebagai berikut:

1. *Output Sensor*

Hasil pengujian *output* sensor menggunakan *digital oscilloscope* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Output Sensor*.

Gambar 4.2 merupakan bentuk sinyal pada pengukuran TP1 dan dapat diketahui *output* tegangan dari sensor masih sangat kecil serta terdapat banyak *noise*. Hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= V/Div \times \text{Jumlah Kotak Vertikal} \\
 &= 100 \text{ mV} \times 0,8 \\
 &= 80 \text{ mV} \\
 &= 0,08 \text{ V.}
 \end{aligned}$$

2. *Output setelah Kapasitor*

Hasil pengujian sinyal *output* setelah kapasitor atau *high pass filter* 1 menggunakan *digital oscilloscope* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



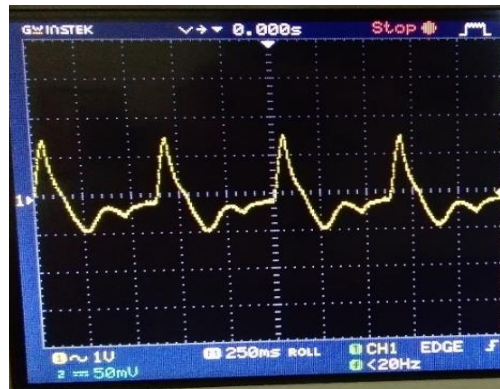
Gambar 4.3 *Output* setelah Kapasitor.

Gambar 4.3 merupakan bentuk sinyal *output* hasil TP2. Sinyal sudah melewati rangkaian *high pass filter* pasif. Fungsi rangkaian *high pass filter* pasif tersebut adalah melewatkan frekuensi diatas frekuensi *cut off* dan menekan frekuensi dibawah *cut off*. Besar tegangan masih tetap kecil karena belum dikuatkan. Diketahui *output* tegangan dari *high pass filter* pasif 1 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= V/Div \times \text{Jumlah Kotak Vertikal} \\
 &= 100 \text{ mV} \times 0,8 \\
 &= 80 \text{ mV} \\
 &= 0,08 \text{ V.}
 \end{aligned}$$

3. *Output* Penguat 1 *Non Inverting* dan *Low Pass Filter*

Hasil pengujian *output* yaitu penguat 1 *non inverting* dan *low pass filter* menggunakan *digital oscilloscope* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



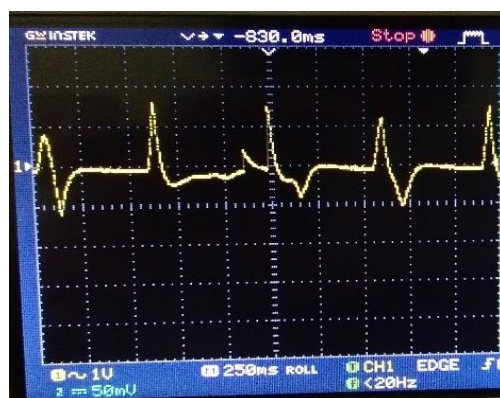
Gambar 4.4 *Output* Penguat 1.

Gambar 4.4 merupakan *output* sinyal hasil TP3 dapat diketahui *output* tegangan dari penguat 1 *non inverting* dan *low pass filter* dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= V/Div \times \text{Jumlah Kotak Vertikal} \\
 &= 1 \text{ V} \times 2,48 \\
 &= 2,48 \text{ V.}
 \end{aligned}$$

4. *Output* setelah Kapasitor 2

Hasil pengujian *output* setelah kapasitor menggunakan *digital oscilloscope* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Output* setelah Kapasitor 2.

Gambar 4.5 merupakan *output* sinyal hasil TP4 dapat diketahui *output* tegangan dari *high pass filter* pasif 2 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_{out} &= V/Div \times \text{Jumlah Kotak Vertikal} \\ &= 1 \text{ V} \times 2,52 \\ &= 2,52 \text{ V.} \end{aligned}$$

5. *Output* Penguat 2 *Non Inverting* dan *Low Pass Filter*

Hasil pengujian *output* yaitu penguat 2 *non inverting* dan *low pass filter* menggunakan *digital oscilloscope* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 *Output* Penguat 2.

Gambar 4.6 merupakan *output* sinyal hasil TP5 dapat diketahui *output* tegangan dari penguat 2 *non inverting* dan *low pass filter* dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_{out} &= V/Div \times \text{Jumlah Kotak Vertikal} \\ &= 1 \text{ V} \times 5 \\ &= 5 \text{ V.} \end{aligned}$$

Pada pengujian *oscilloscope* tegangan *output* photodioda sangat kecil yaitu 80 mV namun dikuatkan oleh rangkaian *non inverting* sebanyak 2 kali menggunakan IC LM358 sehingga *output* yang dihasilkan menjadi 5 volt dan akan difilter menggunakan *low pass filter*. Penguat 2 *non inverting* merupakan *output* yang akan masuk ke *input* mikrokontroler.

Dari data hasil pengujian *digital oscilloscope*, sinyal *output* dari sensor sebesar 80 mV saat menerima cahaya inframerah, sehingga besarnya resistansi photodioda dapat diketahui dengan menghitung rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_o &= \frac{R_p}{R_p + R_1} \cdot V_{in} \\
 80 \text{ mV} &= \frac{R_p}{R_p + 39k\Omega} \cdot 5 \text{ V} \\
 0,08 \text{ V} (R_p + 39k\Omega) &= 5 R_p \\
 0,08 R_p + 3120\Omega &= 5 R_p \\
 3120\Omega &= 5 R_p - 0,08 R_p \\
 3120\Omega &= 4,92 R_p \\
 R_p &= \frac{3120\Omega}{4,92} = 634\Omega.
 \end{aligned}$$

Sinyal *output* dari sensor akan diteruskan ke rangkaian *high pass filter* pasif 1 yang berfungsi untuk membatasi frekuensi dibawah frekuensi *cut-off* dengan *output* tegangan 80 mV, frekuensi *cut-off* dapat dhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Frekuensi Cut-off} &= \frac{1}{2\pi R C} \\
 &= \frac{1}{2\pi 220k 1\mu F} \\
 &= \frac{1}{6.28 \cdot 220k \cdot 1 \cdot 10^{-6}} \\
 &= \frac{1}{1,3816} = 0,7 \text{ Hz.}
 \end{aligned}$$

Dari rangkaian *high pass filter* pasif 1 kemudian diteruskan ke rangkaian penguat 1 *non inverting* untuk menguatkan tegangan dari *output* sensor, besar penguatan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Penguatan 1} &= 1 + \frac{R_f}{R_{in}} \\ &= 1 + \frac{680K}{6K8} \\ &= 101 \text{ kali.} \end{aligned}$$

Pada penguat 1 *non inverting* juga terdapat *low pass filter* yang berfungsi untuk membatasi frekuensi diatas frekuensi *cut-off*. Frekuensi *cut-off* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi Cut-off} &= \frac{1}{2\pi R_3 C_4} \\ &= \frac{1}{2\pi \cdot 680k \cdot 100nF} \\ &= \frac{1}{6.28 \cdot 680k \cdot 1.10^{-7}} \\ &= \frac{1}{0,42704} \\ &= 2,3 \text{ Hz.} \end{aligned}$$

Dari penguatan 1 *non inverting* dikuatkan lagi dengan penguat 2 *non inverting* dengan besar penguatan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Penguatan 2} &= 1 + \frac{R_f}{R_{in}} \\ &= 1 + \frac{680K}{6K8} \\ &= 101 \text{ kali.} \end{aligned}$$

4.2 Data Pengukuran

Data berikut ini merupakan data yang diperoleh dari hasil pengukuran terhadap 10 orang pasien, yaitu 5 orang pasien laki-laki dan 5 orang pasien

perempuan. Masing-masing pasien 15 kali pengukuran dengan 3 jenis aktivitas yang berbeda. Dalam proses pengambilan data pasien dikondisikan *relax*, jalan santai dan setelah olahraga.

1. Nama : Kurnia Fahmi Utama.
- Umur : 21 Tahun.
- Jenis Kelamin : Laki-laki.
- Berat Badan : 86 Kg.
- Tinggi Badan : 171 Cm.

Tabel 4.1 Data Pengukuran Kurnia Fahmi Utama.

Kondisi	Alat Pemanding		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
<i>Relax</i>	89	36,6	90	Normal	36,8	Normal
	96	36,9	95	Normal	37,1	Normal
	86	37	86	Normal	37	Normal
	84	36,7	83	Normal	36,9	Hipotermia
	83	36,6	81	Normal	36,6	Hipotermia
Rata-rata	87,6	36,76	87		36,88	
<i>Error HR</i>	0,6					
<i>Error TEMP</i>	0,12					
<i>Persentase Error HR (%)</i>	0,68					
<i>Persentase Error TEMP (%)</i>	0,32					
Jalan Santai	115	36,9	114	<i>Tachycardia</i>	36,8	Normal
	115	36,9	116	<i>Tachycardia</i>	37,1	Normal
	98	36,4	96	Normal	36,5	Normal
	103	36,3	101	<i>Tachycardia</i>	36,2	Hipotermia
	98	36,4	98	Normal	36,1	Hipotermia
Rata-rata	105,8	36,58	105		36,54	
<i>Error HR</i>	0,8					
<i>Error TEMP</i>	0,04					
<i>Persentase Error HR (%)</i>	0,75					
<i>Persentase Error TEMP (%)</i>	0,10					

Lanjut

Lanjut

Kondisi	Alat Pemanding		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
Latihan <i>Push Up</i>	100	36	102	<i>Tachycardia</i>	36,3	Hipotermia
	114	36,9	112	<i>Tachycardia</i>	36,5	Normal
	107	36,4	108	<i>Tachycardia</i>	36,5	Normal
	97	36,6	96	Normal	36,4	Hipotermia
	120	36,5	118	<i>Tachycardia</i>	36,5	Normal
Rata-rata	107,6	36,48	107,2		36,44	
<i>Error HR</i>	0,4					
<i>Error TEMP</i>	0,04					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	0,37					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,10					

Keterangan:

HR (*Heart rate*) : Detak Jantung.

TEMP (*Temperature*) : Suhu Tubuh.

Berdasarkan hasil pengambilan data pada Tabel 4.1 didapatkan hasil pengukuran detak jantung dengan persentase *error* paling besar pada saat kondisi setelah jalan santai sebesar 0,75% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 105 BPM dan persentase *error* pengukuran detak jantung dengan nilai paling kecil didapat pada saat pengukuran dalam kondisi setelah olahraga sebesar 0,37% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 107,2 BPM. Kemudian dari pengukuran suhu tubuh persentase *error* paling besar saat dalam kondisi *relax* yaitu sebesar 0,32%, dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 36,88°C, sedangkan persentase *error* pengukuran suhu tubuh yang paling paling kecil didapat pada saat pengukuran dalam kondisi setelah olahraga yaitu sebesar 0,10% dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 36,44°C.

2. Nama : Fahrurrozi.
 Umur : 21 Tahun.
 Jenis Kelamin : Laki-laki.
 Berat Badan : 53 Kg.
 Tinggi Badan : 164 Cm.

Tabel 4.2 Data Pengukuran Fahrurrozi.

Kondisi	Alat Pemanding		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
<i>Relax</i>	92	36,8	90	Normal	36,7	Normal
	87	36,5	86	Normal	36,5	Normal
	78	35,6	78	Normal	35,7	Hipotermia
	83	35,9	81	Normal	35,9	Hipotermia
	81	36,3	82	Normal	36	Hipotermia
Rata-rata	84,2	36,22	83,4		36,16	
<i>Error HR</i>	0,8					
<i>Error TEMP</i>	0,06					
<i>Persentase Error HR (%)</i>	0,95					
<i>Persentase Error TEMP (%)</i>	0,16					
<i>Jalan Santai</i>	86	36,6	84	Normal	36,5	Normal
	87	36,5	86	Normal	36,4	Hipotermia
	93	36,9	94	Normal	36,7	Normal
	89	36,8	91	Normal	36,6	Normal
	95	36,8	96	Normal	36,9	Normal
Rata-rata	90	36,72	90,2		36,62	
<i>Error HR</i>	0,2					
<i>Error TEMP</i>	0,1					
<i>Persentase Error HR (%)</i>	0,22					
<i>Persentase Error TEMP (%)</i>	0,27					
<i>Latihan Push Up</i>	95	37	94	Normal	36,9	Normal
	96	37	98	Normal	37	Normal
	99	37,1	101	Normal	37,1	Normal
	98	36,9	96	Normal	36,8	Normal
	92	36,6	89	Normal	36,5	Normal
Rata-rata	96	36,98	95,6		36,86	

Lanjut

Lanjut

Kondisi	Alat Pemanding		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
<i>Error HR</i>	0,4					
<i>Error TEMP</i>	0,12					
Persentase <i>Error HR (%)</i>	0,41					
Persentase <i>Error TEMP (%)</i>	0,32					

Keterangan:

HR (*Heart rate*) : Detak Jantung.

TEMP (*Temperature*) : Suhu Tubuh.

Berdasarkan hasil pengambilan data pada Tabel 4.2 didapatkan hasil pengukuran detak jantung dengan persentase *error* paling besar pada saat kondisi *relax* sebesar 0,95% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 83,4 BPM, dan persentase *error* pengukuran detak jantung dengan nilai paling kecil didapat pada saat pengukuran dalam kondisi setelah jalan santai sebesar 0,22% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung yaitu sebesar 90,2 BPM. Kemudian dari pengukuran suhu tubuh persentase *error* paling besar pada saat dalam kondisi setelah olahraga sebesar 0,32%, dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh sebesar 36,86°C, sedangkan persentase *error* pengukuran suhu tubuh yang paling paling kecil didapat pada saat pengukuran dalam kondisi *relax* yaitu sebesar 0,16% dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 36,16°C.

3. Nama : Achmad Rustami.
- Umur : 22 Tahun.
- Jenis Kelamin : Laki-laki.

Berat Badan : 62 Kg.

Tinggi Badan : 172 Cm.

Tabel 4.3 Data Pengukuran Achmad Rustami.

Kondisi	Alat Pemanding		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
<i>Relax</i>	86	35,8	87	Normal	35,6	Hipotermia
	91	35,8	90	Normal	35,9	Hipotermia
	94	36,4	92	Normal	36,3	Hipotermia
	98	36,6	96	Normal	36,5	Normal
	95	36,5	94	Normal	36,5	Normal
Rata-rata	92,8	36,22	91,8		36,16	
<i>Error HR</i>	1					
<i>Error TEMP</i>	0,06					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	1,07					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,16					
<i>Jalan Santai</i>	89	36	88	Normal	35,9	Hipotermia
	91	36,4	92	Normal	36,3	Hipotermia
	93	36,6	95	Normal	36,7	Normal
	98	37	99	Normal	36,9	Normal
	96	36,8	96	Normal	36,8	Normal
Rata-rata	93,4	36,56	94		36,52	
<i>Error HR</i>	0,6					
<i>Error TEMP</i>	0,04					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	0,64					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,10					
<i>Latihan Push Up</i>	97	36,7	98	Normal	36,5	Normal
	105	37,1	101	<i>Tachycardia</i>	36,8	Normal
	110	37	107	<i>Tachycardia</i>	37	Normal
	97	36,8	99	Normal	36,9	Normal
	91	36,7	92	Normal	36,9	Normal
Rata-rata	100	36,86	99,4		36,82	
<i>Error HR</i>	0,6					
<i>Error TEMP</i>	0,04					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	0,60					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,10					

Keterangan:

HR (*Heart rate*) : Detak Jantung.

TEMP (*Temperature*) : Suhu Tubuh.

Berdasarkan hasil pengambilan data pada Tabel 4.3 didapatkan hasil pengukuran detak jantung dengan persentase *error* paling besar pada kondisi *relax* sebesar 1,07% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 91,8 BPM dan persentase *error* pengukuran detak jantung paling kecil didapat saat dalam kondisi setelah olahraga sebesar 0,6% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 99,4 BPM. Kemudian dari pengukuran suhu tubuh persentase *error* paling besar saat kondisi *relax* sebesar 0,16%, dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh sebesar 36,16°C, sedangkan persentase *error* pengukuran suhu tubuh yang paling kecil saat pengukuran dalam kondisi setelah jalan santai sebesar 0,10% dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh sebesar 36,52°C.

4. Nama : Viryawan Andrian.
 Umur : 23 Tahun.
 Jenis Kelamin : Laki-laki.
 Berat Badan : 65 Kg.
 Tinggi Badan : 172 Cm.

Tabel 4.4 Data Pengukuran Viryawan Andrian.

Kondisi	Alat Pemanding		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
<i>Relax</i>	86	35,8	87	Normal	35,7	Hipotermia
	91	35,9	93	Normal	36,1	Hipotermia
	97	36,4	96	Normal	36,5	Normal
	96	36,7	96	Normal	36,7	Normal
	95	36,5	97	Normal	36,6	Normal

Lanjut

Lanjut

Kondisi	Alat Pemandang		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
Rata-rata	93	36,26	93,8		36,32	
<i>Error HR</i>	0,8					
<i>Error TEMP</i>	0,06					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	0,86					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,16					
Jalan Santai	89	36,4	89	Normal	36,3	Hipotermia
	91	36,5	93	Normal	36,5	Normal
	97	36,7	98	Normal	36,8	Normal
	99	36,7	100	Normal	36,9	Normal
	102	36,9	101	<i>Tachycardia</i>	36,9	Normal
Rata-rata	95,6	36,64	96,2		36,68	
<i>Error HR</i>	0,6					
<i>Error TEMP</i>	0,04					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	0,62					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,10					
Latihan <i>Push Up</i>	101	36,7	103	<i>Tachycardia</i>	37	Normal
	105	37	104	<i>Tachycardia</i>	37,1	Normal
	108	36,8	109	<i>Tachycardia</i>	36,7	Normal
	97	36,9	98	Normal	36,8	Normal
	96	36,7	96	Normal	36,6	Normal
Rata-rata	101,4	36,82	102		36,84	
<i>Error HR</i>	0,6					
<i>Error TEMP</i>	0,02					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	0,59					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,05					

Keterangan:

HR (*Heart rate*) : Detak Jantung.

TEMP (*Temperature*) : Suhu Tubuh.

Berdasarkan hasil pengambilan data pada Tabel 4.4 didapatkan hasil pengukuran detak jantung dengan persentase *error* paling besar pada saat kondisi *relax* yaitu sebesar 0,86% dengan nilai rata-rata pengukuran detak

jantung sebesar 93,8 BPM, dan persentase *error* pengukuran detak jantung dengan nilai paling kecil didapat saat pengukuran dalam kondisi setelah olahraga sebesar 0,59% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 102 BPM. Kemudian dari pengukuran suhu tubuh persentase *error* paling besar pada saat kondisi *relax* yaitu sebesar 0,16%, dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 36,32°C, sedangkan nilai persentase *error* pengukuran suhu tubuh yang paling paling kecil didapat pada saat pengukuran dalam kondisi setelah olahraga yaitu sebesar 0,05% dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 36,84°C.

5. Nama : Aldy Rifa'i H.
 Umur : 21 Tahun.
 Jenis Kelamin : Laki-laki.
 Berat Badan : 90 Kg.
 Tinggi Badan : 168 Cm.

Tabel 4.5 Data Pengukuran Aldy Rifa'i H.

Kondisi	Alat Pemanding		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
<i>Relax</i>	95	36,6	96	Normal	36,6	Normal
	94	36,4	93	Normal	36,5	Normal
	97	36,7	95	Normal	36,5	Normal
	95	36,7	94	Normal	36,8	Normal
	96	36,8	96	Normal	36,7	Normal
Rata-rata	95,4	36,64	94,8		36,62	
<i>Error HR</i>	0,6					
<i>Error TEMP</i>	0,02					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	0,62					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,05					

Lanjut

Lanjut

Kondisi	Alat Pemandang		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
Jalan Santai	95	36,6	96	Normal	36,7	Normal
	105	36,8	106	<i>Tachycardia</i>	36,8	Normal
	103	36,7	102	<i>Tachycardia</i>	36,6	Normal
	95	36,7	96	Normal	36,6	Normal
	98	36,6	97	Normal	36,5	Normal
Rata-rata	99,2	36,68	99,4		36,64	
Error HR	0,2					
Error TEMP	0,04					
Persentase Error HR (%)	0,20					
Persentase Error TEMP (%)	0,10					
Latihan <i>Push Up</i>	108	36,7	109	<i>Tachycardia</i>	37	Normal
	114	37	116	<i>Tachycardia</i>	36,9	Normal
	109	37	107	<i>Tachycardia</i>	36,9	Normal
	98	36,9	99	Normal	36,8	Normal
	98	36,7	98	Normal	36,8	Normal
Rata-rata	105,4	36,86	105,8		36,88	
Error HR	0,4					
Error TEMP	0,02					
Persentase Error HR (%)	0,37					
Persentase Error TEMP (%)	0,05					

Keterangan:

HR (*Heart rate*) : Detak Jantung.

TEMP (*Temperature*) : Suhu Tubuh.

Berdasarkan hasil pengambilan data pada Tabel 4.5 didapatkan hasil pengukuran detak jantung dengan persentase *error* paling besar pada saat kondisi *relax* sebesar 0,62% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 94,8 BPM, dan persentase *error* pengukuran detak jantung dengan nilai paling kecil didapat pada pengukuran dalam kondisi setelah jalan santai sebesar 0,20% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 99,4

BPM. Kemudian dari pengukuran suhu tubuh persentase *error* paling besar pada saat dalam kondisi setelah jalan santai sebesar 0,10%, dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 36,64°C, sedangkan persentase *error* pengukuran suhu tubuh yang paling paling kecil didapat pada saat pengukuran dalam kondisi *relax* yaitu sebesar 0,05% dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 36,62°C.

6. Nama : Fachrana Husein.
 Umur : 21 Tahun.
 Jenis Kelamin : Perempuan.
 Berat Badan : 43 Kg.
 Tinggi Badan : 156 Cm.

Tabel 4.6 Data Pengukuran Fachrana Husein.

Kondisi	Alat Pemanding		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
<i>Relax</i>	57	35	59	<i>Bradycardia</i>	35	Hipotermia
	65	35	63	Normal	35,2	Hipotermia
	73	35,3	74	Normal	35,4	Hipotermia
	76	35,4	75	Normal	35,4	Hipotermia
	79	35,4	81	Normal	35,5	Hipotermia
Rata-rata	70	35,18	70,4		35,3	
<i>Error HR</i>	0,4					
<i>Error TEMP</i>	0,12					
<i>Persentase Error HR (%)</i>	0,57					
<i>Persentase Error TEMP (%)</i>	0,34					
Jalan Santai	96	36	97	Normal	35,8	Hipotermia
	95	36,1	96	Normal	35,9	Hipotermia
	90	36,1	92	Normal	36,3	Hipotermia
	95	36,7	94	Normal	36,5	Normal
	100	36,8	98	Normal	36,6	Normal

Lanjut

Lanjut

Kondisi	Alat Pemandang		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
Rata-rata	95,2	36,34	95,4		36,22	
<i>Error HR</i>	0,2					
<i>Error TEMP</i>	0,12					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	0,21					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,33					
Latihan <i>Scott Jump</i>	122	36,4	123	<i>Tachycardia</i>	36,5	Normal
	117	36,5	118	<i>Tachycardia</i>	36,5	Normal
	120	36,7	122	<i>Tachycardia</i>	36,8	Normal
	126	36,8	125	<i>Tachycardia</i>	36,8	Normal
	119	36,7	120	<i>Tachycardia</i>	36,6	Normal
Rata-rata	120,8	36,62	121,6		36,64	
<i>Error HR</i>	0,8					
<i>Error TEMP</i>	0,02					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	0,66					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,05					

Keterangan:

HR (*Heart rate*) : Detak Jantung.

TEMP (*Temperature*) : Suhu Tubuh.

Berdasarkan hasil pengambilan data pada Tabel 4.6 didapatkan hasil pengukuran detak jantung dengan persentase *error* paling besar pada saat kondisi setelah olahraga sebesar 0,66% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 121,6 BPM, dan persentase *error* pengukuran detak jantung dengan nilai paling kecil didapat pada saat pengukuran dalam kondisi setelah jalan santai sebesar 0,21% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 95,4 BPM. Kemudian dari pengukuran suhu tubuh persentase *error* paling besar pada saat dalam kondisi *relax* sebesar 0,34%, dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh sebesar 35,3°C, sedangkan persentase *error*

pengukuran suhu tubuh yang paling paling kecil didapat pada saat pengukuran dalam kondisi setelah olahraga yaitu sebesar 0,05% dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 36,64°C.

7. Nama : Anita Pratiwi.

Umur : 20 Tahun.

Jenis Kelamin : Perempuan.

Berat Badan : 48 Kg.

Tinggi Badan : 156 Cm.

Tabel 4.7 Data Pengukuran Anita Pratiwi.

Kondisi	Alat Pembanding		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
<i>Relax</i>	76	35,5	78	Normal	35,6	Hipotermia
	87	36	86	Normal	35,9	Hipotermia
	90	36,5	89	Normal	36,3	Hipotermia
	95	36,6	96	Normal	36,5	Normal
	93	36,4	94	Normal	36,5	Normal
Rata-rata	88,2	36,2	88,6		36,16	
<i>Error HR</i>	0,4					
<i>Error TEMP</i>	0,04					
<i>Persentase Error HR (%)</i>	0,45					
<i>Persentase Error TEMP (%)</i>	0,11					
<i>Jalan Santai</i>	87	35,7	88	Normal	35,9	Hipotermia
	89	36	90	Normal	36	Hipotermia
	93	36,2	91	Normal	36	Hipotermia
	92	36,7	93	Normal	36,7	Normal
	92	36,5	92	Normal	36,6	Normal
Rata-rata	90,6	36,22	90,8		36,24	
<i>Error HR</i>	0,2					
<i>Error TEMP</i>	0,02					
<i>Persentase Error HR (%)</i>	0,22					
<i>Persentase Error TEMP (%)</i>	0,05					

Lanjut

Lanjut

Kondisi	Alat Pemanding		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
Latihan <i>Scott Jump</i>	96	36,3	96	Normal	36,2	Hipotermia
	103	36,5	104	<i>Tachycardia</i>	36,6	Normal
	100	36,6	99	Normal	36,6	Normal
	100	36,7	102	<i>Tachycardia</i>	36,8	Normal
	97	36,7	98	Normal	36,7	Normal
Rata-rata	99,2	36,56	99,8		36,58	
Error HR	0,6					
Error TEMP	0,02					
Persentase Error HR (%)	0,60					
Persentase Error TEMP (%)	0,05					

Keterangan:

HR (*Heart rate*) : Detak Jantung.

TEMP (*Temperature*) : Suhu Tubuh.

Pengambilan data Tabel 4.7 didapatkan hasil pengukuran detak jantung dengan persentase *error* paling besar saat kondisi setelah olahraga sebesar 0,60% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung 99,8 BPM dan persentase *error* pengukuran detak jantung dengan nilai paling kecil saat kondisi setelah jalan santai sebesar 0,22% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung 90,8 BPM. Kemudian dari pengukuran suhu tubuh persentase *error* paling besar saat kondisi *relax* sebesar 0,11%, dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh sebesar 36,16°C, sedangkan persentase *error* pengukuran suhu tubuh paling kecil pada pengukuran dalam kondisi setelah olahraga sebesar 0,05% dengan nilai rata-rata pengukuran sebesar 36,58°C.

8. Nama : Lintang Dewi P.

Umur : 21 Tahun.

Jenis Kelamin : Perempuan.

Berat Badan : 47 Kg.

Tinggi Badan : 156 Cm.

Tabel 4.8 Data Pengukuran Lintang Dewi P.

Kondisi	Alat Pemanding		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
<i>Relax</i>	67	35,5	68	Normal	35,6	Hipotermia
	75	36	75	Normal	35,9	Hipotermia
	76	36,4	76	Normal	36,1	Hipotermia
	79	36	80	Normal	36,1	Hipotermia
	83	36,4	82	Normal	36,3	Hipotermia
Rata-rata	76	36,06	76,2		36	
<i>Error HR</i>	0,2					
<i>Error TEMP</i>	0,06					
<i>Persentase Error HR (%)</i>	0,26					
<i>Persentase Error TEMP (%)</i>	0,16					
<i>Jalan Santai</i>	87	35,7	88	Normal	35,9	Hipotermia
	89	36,3	90	Normal	36,2	Hipotermia
	91	36,2	89	Normal	36	Hipotermia
	92	36,6	92	Normal	36,5	Normal
	92	36,5	93	Normal	36,6	Normal
Rata-rata	90,2	36,26	90,4		36,24	
<i>Error HR</i>	0,2					
<i>Error TEMP</i>	0,02					
<i>Persentase Error HR (%)</i>	0,22					
<i>Persentase Error TEMP (%)</i>	0,05					
<i>Latihan Scott Jump</i>	91	36,4	89	Normal	36,2	Hipotermia
	91	36,5	92	Normal	36,6	Normal
	95	36,6	96	Normal	36,8	Normal
	107	36,7	106	<i>Tachycardia</i>	36,8	Normal
	97	36,7	99	Normal	36,7	Normal
Rata-rata	96,2	36,58	96,4		36,62	
<i>Error HR</i>	0,2					
<i>Error TEMP</i>	0,04					
<i>Persentase Error HR (%)</i>	0,20					
<i>Persentase Error TEMP (%)</i>	0,10					

Keterangan:

HR (*Heart rate*) : Detak Jantung.

TEMP (*Temperature*) : Suhu Tubuh.

Pengambilan data Tabel 4.8 didapatkan hasil pengukuran detak jantung dengan persentase *error* paling besar saat kondisi *relax* sebesar 0,26% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung 76,2 BPM dan persentase *error* pengukuran detak jantung dengan nilai paling kecil saat pengukuran kondisi setelah olahraga sebesar 0,20% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung 96,4 BPM. Kemudian dari pengukuran suhu tubuh persentase *error* paling besar saat kondisi *relax* sebesar 0,16%, dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh sebesar 36°C dan persentase *error* pengukuran suhu tubuh paling kecil pada pengukuran dalam kondisi setelah jalan santai sebesar 0,05% dengan nilai rata-rata pengukuran suhu sebesar 36,24°C.

9. Nama : Lailicia Anggi K.
 Umur : 20 Tahun.
 Jenis Kelamin : Perempuan.
 Berat Badan : 53 Kg.
 Tinggi Badan : 153 Cm.

Tabel 4.9 Data Pengukuran Lailicia Anggi K.

Kondisi	Alat Pemandangan		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
<i>Relax</i>	85	36	86	Normal	36,1	Hipotermia
	86	36,2	90	Normal	36,4	Hipotermia
	90	36,5	89	Normal	36,4	Hipotermia

Lanjut

Lanjut

Kondisi	Alat Pemandang		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
<i>Relax</i>	91	36,6	92	Normal	36,7	Normal
	95	36,9	96	Normal	36,8	Normal
Rata-rata	89,4	36,44	90,6		36,48	
<i>Error HR</i>	1,2					
<i>Error TEMP</i>	0,04					
Persentase <i>Error HR (%)</i>	1,34					
Persentase <i>Error TEMP (%)</i>	0,10					
Jalan Santai	90	36,2	92	Normal	36,4	Hipotermia
	89	36,5	90	Normal	36,6	Normal
	99	36,9	97	Normal	37	Normal
	103	36,8	102	<i>Tachycardia</i>	36,9	Normal
	102	36,9	104	<i>Tachycardia</i>	36,9	Normal
Rata-rata	96,6	36,66	97		36,76	
<i>Error HR</i>	0,4					
<i>Error TEMP</i>	0,1					
Persentase <i>Error HR (%)</i>	0,41					
Persentase <i>Error TEMP (%)</i>	0,27					
Latihan <i>Scott Jump</i>	96	36,5	96	Normal	36,5	Normal
	99	36,9	98	Normal	36,6	Normal
	106	37	108	<i>Tachycardia</i>	36,8	Normal
	106	37	105	<i>Tachycardia</i>	36,8	Normal
	97	36,9	98	Normal	36,7	Normal
Rata-rata	100,8	36,86	101		36,68	
<i>Error HR</i>	0,2					
<i>Error TEMP</i>	0,18					
Persentase <i>Error HR (%)</i>	0,19					
Persentase <i>Error TEMP (%)</i>	0,48					

Keterangan:

HR (*Heart rate*) : Detak Jantung.

TEMP (*Temperature*) : Suhu Tubuh.

Berdasarkan pengambilan data Tabel 4.9 didapatkan hasil pengukuran detak jantung dengan persentase *error* paling besar pada saat *relax* sebesar

1,34% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 90,6 BPM, dan persentase *error* pengukuran detak jantung dengan nilai paling kecil didapat pada saat kondisi setelah olahraga sebesar 0,19% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 101 BPM. Pada pengukuran suhu tubuh persentase *error* paling besar pada saat dalam kondisi setelah olahraga sebesar 0,48%, dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh sebesar 36,68°C, sedangkan persentase *error* pengukuran suhu tubuh yang paling paling kecil didapat pada saat pengukuran dalam kondisi *relax* sebesar 0,10% dengan nilai rata-rata pengukuran suhu sebesar 36,48°C.

10. Nama : Mery Tresya.
 Umur : 22 Tahun.
 Jenis Kelamin : Perempuan.
 Berat Badan : 53 Kg.
 Tinggi Badan : 154 Cm.

Tabel 4.10 Data Pengukuran Mery Tresya.

Kondisi	Alat Pemanding		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
<i>Relax</i>	85	35,7	84	Normal	35,7	Hipotermia
	84	35,9	83	Normal	35,8	Hipotermia
	90	36,5	89	Normal	36,4	Hipotermia
	95	36,8	94	Normal	36,7	Normal
	95	36,6	95	Normal	36,8	Normal
Rata-rata	89,8	36,3	89		36,28	
<i>Error HR</i>	0,8					
<i>Error TEMP</i>	0,02					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	0,89					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,05					

Lanjut

Lanjut

Kondisi	Alat Pemandang		Modul			
	HR	TEMP	HR	Diagnosa	TEMP	Diagnosa
Jalan Santai	85	36,2	86	Normal	36,3	Hipotermia
	92	36,5	90	Normal	36,6	Normal
	98	36,9	101	<i>Tachycardia</i>	37	Normal
	98	36,9	98	Normal	36,9	Normal
	96	37	97	Normal	36,9	Normal
Rata-rata	93,8	36,7	94,4		36,74	
<i>Error HR</i>	0,6					
<i>Error TEMP</i>	0,04					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	0,63					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,10					
Latihan <i>Scott Jump</i>	96	36,3	96	Normal	36	Hipotermia
	108	36,7	110	<i>Tachycardia</i>	36,6	Normal
	111	37,1	112	<i>Tachycardia</i>	37	Normal
	106	36,5	105	<i>Tachycardia</i>	36,5	Normal
	99	36,7	101	<i>Tachycardia</i>	36,6	Normal
Rata-rata	104	36,66	104,8		36,54	
<i>Error HR</i>	0,8					
<i>Error TEMP</i>	0,12					
Persentase <i>Error HR</i> (%)	0,76					
Persentase <i>Error TEMP</i> (%)	0,32					

Keterangan:

HR (*Heart rate*) : Detak Jantung.

TEMP (*Temperature*) : Suhu Tubuh.

Berdasarkan hasil pengambilan data pada Tabel 4.10 didapatkan hasil pengukuran detak jantung dengan persentase *error* paling besar pada saat kondisi *relax* sebesar 0,89% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 89 BPM, dan persentase *error* pengukuran detak jantung dengan nilai paling kecil didapat pada saat pengukuran dalam kondisi setelah jalan santai sebesar 0,63% dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung sebesar 94,4

BPM. Kemudian dari pengukuran suhu tubuh persentase *error* paling besar pada saat dalam kondisi setelah olahraga yaitu sebesar 0,32%, dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 36,54°C, sedangkan persentase *error* pengukuran suhu tubuh yang paling paling kecil didapat pada saat pengukuran dalam kondisi *relax* yaitu sebesar 0,05% dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 36,28°C.

4.3 Hasil Pengukuran dan Analisis

Perhitungan analisis data ini digunakan untuk mengetahui kualitas pengukuran pada modul. Perhitungan dilakukan berdasarkan rumus-rumus statistik yang tercantum di bab 2 pada sub bab teknik analisa data. Hasil perhitungan analisis data dapat dilihat pada Table 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Keseluruhan.

NO	Nama	Kondisi	Rata-rata		Persentase Error (%)	
			HR	TEMP	HR	TEMP
1	Kurnia Fahmi U	<i>Relax</i>	87	36,88	0,68	0,32
		Jalan Santai	105	36,54	0,75	0,10
		Latihan <i>Push Up</i>	107,2	36,44	0,37	0,10
2	Fahrurrozi	<i>Relax</i>	83,4	36,16	0,95	0,16
		Jalan Santai	90,2	36,62	0,22	0,27
		Latihan <i>Push Up</i>	95,6	36,86	0,41	0,32
3	Achmad Rustami	<i>Relax</i>	91,8	36,16	1,07	0,16
		Jalan Santai	94	36,52	0,64	0,10
		Latihan <i>Push Up</i>	99,4	36,82	0,60	0,10
4	Viryawan Andrian	<i>Relax</i>	93,8	36,32	0,86	0,16
		Jalan Santai	96,2	36,68	0,62	0,10
		Latihan <i>Push Up</i>	102	36,84	0,59	0,05
5	Aldy Rifa'i H	<i>Relax</i>	94,8	36,62	0,62	0,05
		Jalan Santai	99,4	36,64	0,20	0,10
		Latihan <i>Push Up</i>	105,8	36,88	0,37	0,10

Lanjut

Lanjut

NO	Nama	Kondisi	Rata-rata		Persentase Error (%)	
			HR	TEMP	HR	TEMP
6	Fachrana Husein	<i>Relax</i>	70,4	35,3	0,57	0,34
		Jalan Santai	95,4	36,22	0,21	0,33
		Latihan <i>Scott Jump</i>	121,6	36,64	0,66	0,05
7	Anita Pratiwi	<i>Relax</i>	88,6	36,16	0,45	0,11
		Jalan Santai	90,8	36,24	0,22	0,05
		Latihan <i>Scott Jump</i>	99,8	36,58	0,60	0,05
8	Lintang Dewi P	<i>Relax</i>	76,2	36	0,26	0,16
		Jalan Santai	90,4	36,24	0,22	0,05
		Latihan <i>Scott Jump</i>	96,4	36,62	0,20	0,10
9	Lailicia Anggi K	<i>Relax</i>	90,6	36,48	1,34	0,10
		Jalan Santai	97	36,76	0,41	0,27
		Latihan <i>Scott Jump</i>	101	36,68	0,19	0,48
10	Mery Tresya	<i>Relax</i>	89	36,28	0,89	0,05
		Jalan Santai	94,4	36,82	0,63	0,05
		Latihan <i>Scott Jump</i>	104,8	36,54	0,76	0,32
Rata-rata			95,06	36,5	0,5	0,16

Berdasarkan pengukuran dan pengujian alat, terdapat persentase *error* detak jantung yang terkecil yaitu sebesar 0,19% pada saat pengukuran yang dilakukan oleh saudara Lailicia Anggi dalam kondisi setelah melakukan olahraga dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung yaitu sebesar 101 BPM, dan persentase *error* detak jantung yang terbesar juga didapat pada saat pengukuran saudara Lailicia Anggi yaitu sebesar 1,34% pada saat kondisi *relax* dengan nilai rata-rata pengukuran detak jantung yaitu sebesar 90,6 BPM. Kemudian persentase *error* yang paling kecil pada pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 0,05% pada saat pengukuran yang dilakukan oleh saudara Aldy Rifa'i H dalam kondisi *relax* dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 36,62 °C, sedangkan persentase *error* suhu tubuh terbesar

didapatkan pada saat pengukuran oleh saudari Lailicia Anggi pada kondisi setelah olahraga yaitu sebesar 0.48%, dengan nilai rata-rata pengukuran suhu tubuh yaitu sebesar 36,68°C. Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian keseluruhan diperoleh hasil rata-rata persentase *error* detak jantung adalah 0.5% dan hasil rata-rata persentase *error* suhu tubuh adalah 0.16%.

4.4 Pembahasan Kinerja Alat

Setelah melakukan perancangan, pembuatan, hingga melakukan pengujian dan pengukuran pada modul, penulis dapat menyimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian dapat dikatakan modul dapat berfungsi dengan cukup baik, walaupun hasil pembacaannya terdapat perbedaan dengan alat pembanding namun nilai *error* yang didapatkan cukup kecil. Hal ini disebabkan oleh, berbedanya sistem kerja alat pembanding dengan modul. Alat pembanding dapat menghasilkan pengukuran detak jantung secara terus-menerus, sehingga ketika terjadi perubahan nilai detak jantung, maka alat pembanding akan langsung menampilkan perubahan nilai tersebut. Sedangkan pada modul membutuhkan waktu 10 detik untuk mengetahui hasil pembacaan.
2. Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran keseluruhan diperoleh hasil rata-rata persentase *error* detak jantung 0,5% dan rata-rata persentase *error* suhu tubuh sebesar 0,16%.

4.5 Kelebihan/keunggulan Alat

Adapun kelebihan/keunggulan dari alat ukur detak jantung dan suhu tubuh ini adalah sebagai berikut:

1. Dilengkapi indikator pengukuran dan waktu pengukuran yang singkat.
2. Dilengkapi hasil diagnosa *bradycardia*, normal, *tachycardia* untuk detak jantung dan hipotermia, normal, demam, hipertermia untuk suhu tubuh.
3. Dilengkapi dengan penyimpanan data.
4. Menghemat waktu karena dapat mengukur 2 parameter sekaligus dalam 1 kali pengukuran.

4.6 Kelemahan/kekurangan Alat

1. Alat hanya dikhususkan untuk orang dewasa.
2. Penempatan jari pada *finger* sensor sangat sensitif.
3. Sensor suhu IR MLX90416 yang sangat sensitif.